

**I. В. Паснак, С. А. Грицюк, Д. В. Грицай***Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна*

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Розглянуто проблематику оптимізації процесу проведення досліджень параметрів транспортних та пішохідних потоків. На підставі аналізу сучасного стану проблеми обґрунтовано нагальну потребу розроблення нового способу дослідження параметрів дорожнього руху для підвищення ефективності транспортних досліджень. З'ясовано, що безпілотні літальні апарати можуть бути ефективним інструментом для спостереження і картографування територій, що може бути використано під час проведення транспортних досліджень. Встановлено, що застосування безпілотних літальних апаратів у царині транспортних досліджень дасть змогу істотно полегшити роботу дослідників та підвищити ефективність їхньої праці, а отриманий таким чином відеоматеріал стане також у пригоді під час навчального процесу для підвищення якості підготовки майбутніх фахівців. Розроблено спосіб дослідження параметрів дорожнього руху, в якому застосування безпілотного літального апарата (дрона, квадрокоптера, мультикоптера тощо) з відеокамерою дає змогу здійснювати дослідження параметрів дорожнього руху в різних місцях вулично-дорожньої мережі шляхом польоту та зависання над необхідними ділянками вулично-дорожньої мережі із отриманням відеозапису дорожнього руху. Для реалізації запропонованого способу із застосуванням безпілотного літального апарату запропоновано алгоритм проведення досліджень параметрів транспортних і пішохідних потоків. Обґрунтовано раціональні параметри безпілотних літальних апаратів для проведення транспортних досліджень. Описано можливі варіанти проведення досліджень з використанням розробленого способу дослідження параметрів дорожнього руху. Надалі доцільно продовжувати дослідження в окресленій проблематиці, оскільки застосування сучасних технологій у царині транспортних досліджень, безперечно, дасть змогу підвищити ефективність їх проведення.

Ключові слова: підвищення ефективності; транспортний потік; пішохідний потік; безпілотний літальний апарат; алгоритм досліджень; вулично-дорожня мережа.

Вступ. Як відомо, транспортні дослідження – це процес збору інформації про дорожній або інший вид транспорту. Метою таких досліджень є створення передумов (шляхом отримання початкових даних) для планування, проектування та оптимізації у системі "Дорожні умови – транспортні потоки". Також отримані окресленим шляхом дані будуть корисні для оптимізації маршрутів руху спеціальних транспортних засобів та безпеки їх руху (Pasnak, 2017).

В умовах сьогодення здебільшого випадків збір інформації про параметри транспортних і пішохідних потоків проводять методом натурних спостережень, який передбачає залучення низки обліковців. Однак, з розвитком новітніх технологій, можливістю їх застосування у різних царинах діяльності людини виникає питання щодо доцільності залучення великої кількості людей до проведення транспортних досліджень. Тому актуальним виглядає питання максимальної автоматизації здійснення такої діяльності зі залученням мінімальної кількості дослідників.

Зважаючи на викладене, підвищення ефективності досліджень параметрів транспортних і пішохідних потоків шляхом розроблення нового методу дослідження

параметрів дорожнього руху є актуальним завданням сьогодення та має науково-практичну цінність.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Автори цієї роботи розпочали дослідження в окресленому напрямку (Pasnak, 2017; Pasnak, Hrytsiuk & Hrytsai, 2017), однак вони стосувалися головним чином аналізу сучасного стану проблеми та висвітлення перспективних напрямків дослідження параметрів дорожнього руху. Подібні питання розглянуто у роботі (Lopukh, 2015), де здійснено аналіз перспективних напрямів застосування квадрокоптера для ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій, а також проведення інших досліджень.

Варто також виокремити роботи закордонних вчених, де порушено подібні питання. Зокрема, в роботі (Sutheerakul et al., 2017) розглянуто можливість застосування квадрокоптерів для дослідження параметрів пішохідних потоків. У роботі (Wang, Chen & Yin, 2016) розглянуто застосування безпілотного літального апарата (БПЛА) для збору даних про транспортний потік, зокрема визначення типу транспортного засобу та відстеження його руху. Можливість моніторингу транспортних потоків за допомогою БПЛА та подальшого оброблення отриманих відеоматеріалів висвітлено у ро-

Інформація про авторів:

Паснак Іван Васильович, канд. техн. наук, доцент кафедри експлуатації транспортних засобів та пожежно-рятувальної техніки.

Email: van-pas@ukr.net

Грицюк Сніжана Анатоліївна, студент. Email: snizhanagricyuk@gmail.com

Грицай Діана Віталіївна, курсант. Email: butterfly2063@ukr.net

Цитування за ДСТУ: Паснак І. В., Грицюк С. А., Грицай Д. В. Розроблення методу дослідження параметрів дорожнього руху. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(9). С. 124–127.

Citation APA: Pasnak, I. V., Hrytsiuk, S. A., & Hrytsai, D. V. (2017). The Method of Studying Traffic Parameters. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(9), 124–127. <https://doi.org/10.15421/40270927>

боті (Guido et al., 2016). У роботі (Liu et al., 2012) порушено питання оптимізації маршрутів польоту БПЛА для збору інформації про транспортні потоки. Однак наведені роботи розглядають лише певні випадки проведення досліджень та збору інформації, тому виникає нагальна потреба розроблення методу дослідження параметрів дорожнього руху, який забезпечив би підвищення ефективності досліджень параметрів транспортних і пішохідних потоків для вирішення проблем у царині організації дорожнього руху та в інших дотичних галузях діяльності.

Мета дослідження – підвищення ефективності досліджень параметрів транспортних і пішохідних потоків шляхом розроблення нового методу дослідження параметрів дорожнього руху.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для отримання показників інтенсивності дорожнього руху в перерізі доріг можна використовувати дані короткотермінових спостережень за інтенсивністю і складом потоку на стаціонарному пункті обліку. Облік інтенсивності руху в цьому разі ведуть з обов'язковим поділом складу потоку за вантажопідйомністю та зазначенням часу і дати проведення спостережень. Однак, беручи до уваги витрати, потрібні для встановлення та обслуговування стаціонарних пунктів дослідження дорожнього руху, для визначення показників дорожнього руху доцільним застосування сучасних технічних засобів для фіксації транспортних потоків, які б обмежили необхідність залучення людей для проведення досліджень (Pasnak & Fursenko, 2014). В окресленому напрямі було запропоновано для дослідження параметрів дорожнього руху застосовувати спосіб із застосуванням відеореєстратора (пат. України на корисну модель № 79573).

Цей метод дослідження параметрів дорожнього руху передбачає застосування відеореєстратора, встановленого в легковому автомобілі. Легковий автомобіль паркують у потрібному для дослідження місці вулично-дорожньої мережі (ВДМ) та відбувається дослідження параметрів дорожнього руху (рис. 1).



а)



б)

Рис. 1. Процес збору інформації для дослідження параметрів дорожнього руху (Pasnak & Fursenko, 2014): а) вигляд з кабіні автомобіля у момент фіксації транспортних засобів реєстратором; б) кадр із запису реєстратора, де відтворена ця інформація

Відеореєстрація може здійснюватися як у присутності людини, так і автономно. Після проведення необхідних досліджень, результати опрацьовуються камеральним способом із використанням ПК. Отримані дані можуть відображатися у вигляді таблиць чи графіків залежно від поставленої задачі дослідження. Для проведення досліджень доцільно визначати інтенсивність руху методом натурних спостережень із використанням методики 6-хвилинних відрізків часу. Цей метод полягає у вимірюванні кількості автомобілів на досліджуваному перерізі дороги 6 хв у ранковий (8.00) і вечірній (18.00) пікові періоди, а також в обідню пору (13.30). Однак такий спосіб має низку недоліків, оскільки забезпечує фіксацію транспортного потоку лише в певному перерізі ВДМ.

Для отримання повнішої картини під час опрацювання відеоматеріалів доцільно було б забезпечити встановлення камери зверху над досліджуваним об'єктом (наприклад перехрестям), щоб мати змогу комплексно досліджувати параметри руху з усіх напрямків. Тут перспективним виглядає застосування квадрокоптера, що дасть змогу здійснити відеофіксацію транспортних та пішохідних потоків шляхом "зависання" над перехрестям та отримання якіснішого відео. Надалі його можна опрацьовувати в камеральних умовах, що дасть змогу зменшити кількість дослідників (Pasnak, 2017).

Варто зазначити, що сьогодні активно розвивається безпілотна авіація (розроблення безпілотних літальних апаратів, зокрема дронів, мультикоптерів тощо), оскільки перспектива сфер їх застосування є вкрай широкою. Вже сьогодні їх застосовують у багатьох царинах діяльності людини, зокрема у сільському господарстві, під час будівництва різних об'єктів та споруд, для проведення пошуку і рятувальних операцій, доставки кореспонденції тощо. Також квадрокоптери знайшли своє застосування у фотографуванні та кінематографії, оскільки за їх допомогою можна легко і дешево робити знімки з висоти та під різними кутами. Як бачимо, світовий досвід свідчить, що квадрокоптери можуть бути ефективним інструментом для спостереження і картографування територій, а дослідження у цьому напрямі є вкрай важливими та перспективними (Pasnak, 2017).



Рис. 2. Фрагмент кадру відеоматеріалу фіксації транспортного потоку над перехрестям, отриманого за допомогою квадрокоптера

Зважаючи на викладене, автори цієї роботи розробили спосіб дослідження параметрів дорожнього руху (заявка на отримання пат. України на корисну модель у 201708079), в якому застосування безпілотного літального апарату (дрона, квадрокоптера, мультикоптера тощо) з відеокамерою дає змогу здійснювати дослідження параметрів дорожнього руху в різних місцях ВДМ шля-

хом польоту та зависанням над необхідними ділянками вулично-дорожньої мережі із отриманням відеозапису дорожнього руху. На рис. 2 наведено фрагмент кадру відеоматеріалу фіксації транспортного потоку над перехрестям, а на рис. 3 – на ділянці ВДМ.



Рис. 3. Фрагмент кадру відеоматеріалу фіксації транспортного потоку на ділянці ВДМ, отриманого за допомогою квадрокоптера

Для реалізації запропонованого способу дослідження параметрів дорожнього руху зі застосуванням БПЛА запропоновано алгоритм проведення досліджень параметрів транспортних і пішохідних потоків (рис. 4).

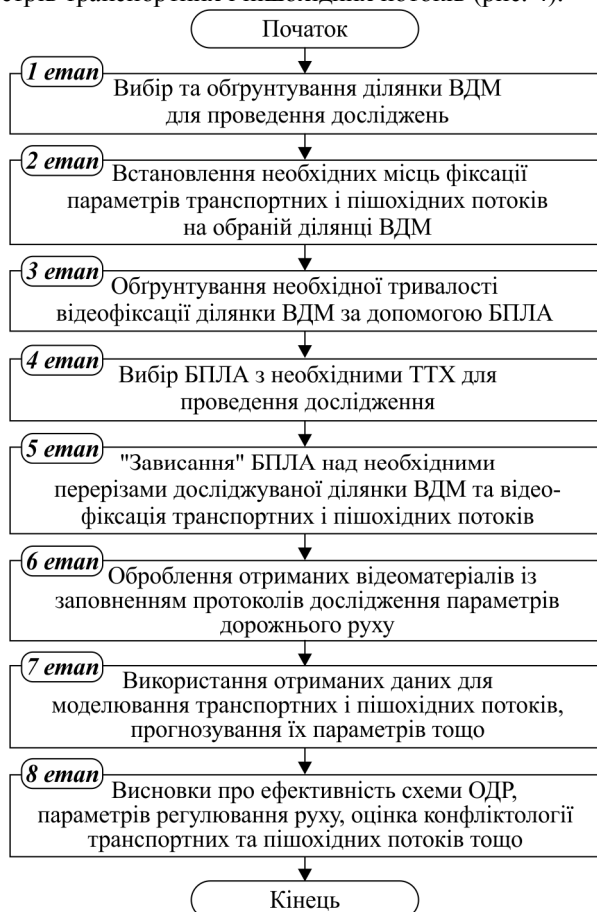


Рис. 4. Структурна схема імітаційної моделі дослідження параметрів транспортних і пішохідних потоків із використанням запропонованого способу

Беручи до уваги (Pasnak, 2017; Pasnak, 2017), для транспортних досліджень рекомендують застосовувати квадрокоптер з такими параметрами:

- камера з достатнім розширенням (для чіткої фіксації транспортних і пішохідних потоків);
- можливість GPS наведення (для підвищення ефективності позиціонування над певною ділянкою ВДМ);

- можливість "зависання" над вказаним місцем (для отримання чіткого відео досліджуваного об'єкта);
- автоповернення в екстрених ситуаціях (для запобігання втрати квадрокоптера у разі низького заряду акумуляторів чи слабого сигналу каналу зв'язку керування);
- підвищена автономність роботи (для забезпечення проведення безперервної відеофіксації);
- підвищена дальність керування та передачі інформації (для забезпечення можливості досліджувати значні за розміром ділянки ВДМ чи окремого транспортного району).

Опрацювання відеозапису в камеральних умовах дасть змогу досліднику отримати такі дані (Pasnak, 2017; Pasnak, 2017):

- інтенсивності та складу руху транспорту на магістрально-вуличній мережі міста;
- інтенсивності і складу руху автотранспорту на дорогах, які входять у місто;
- інтенсивності руху пішоходів;
- швидкостей руху на вулицях і дорогах міста;
- затримок руху на перехрестях та в окремих перерізах ВДМ;
- розміщення та умови роботи стоянок автотранспорту;
- вихідні дані для оптимізації маршруту слідування спеціальних транспортних засобів (Pasnak, Prydatko, & Gavrilyk, 2016);
- умови руху в пунктах періодичного скупчення людей (стадіони, парки, вокзали тощо).

Отже, як бачимо, застосування квадрокоптерів у царині транспортних досліджень дасть змогу істотно полегшити роботу дослідників та підвищити ефективність їхньої праці, а отриманий таким чином відеоматеріал стане також у пригоді під час навчального процесу для підвищення якості сприйняття матеріалу студентами.

Висновки. На підставі аналізу сучасного стану проблеми обґрунтовано нагальну потребу розроблення нового способу дослідження параметрів дорожнього руху для підвищення ефективності транспортних досліджень. Розроблено спосіб дослідження параметрів дорожнього руху, в якому застосування БПЛА (дрона, квадрокоптера, мультикоптера тощо) з відеокамерою дає змогу здійснювати дослідження параметрів дорожнього руху в різних місцях ВДМ шляхом польоту та зависанням над необхідними ділянками вулично-дорожньої мережі із отриманням відеозапису дорожнього руху. Для реалізації запропонованого способу із застосуванням БПЛА розроблено алгоритм проведення досліджень параметрів транспортних і пішохідних потоків. Окреслено вимоги до БПЛА для проведення досліджень та описано можливі варіанти проведення досліджень з використанням запропонованого способу.

Перелік використаних джерел

- Guido, G., Gallelli, V., Rogano, D., & Vitale, A. (2016). Evaluating the accuracy of vehicle tracking data obtained from Unmanned Aerial Vehicles. *International journal of transportation science and technology*, 5(3), 136–151. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2016.12.001>
- Liu, X., Peng, Z., Zhang, L., & Li, L. (2012). Unmanned Aerial Vehicle Route Planning for Traffic Information Collection. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 12(1), 91–97. [https://doi.org/10.1016/S1570-6672\(11\)60186-4](https://doi.org/10.1016/S1570-6672(11)60186-4)
- Lopukh, O. R. (2015). Analiz perspektivnykh napravlenii primeneniia kvadrokopterov (multikopterov) pri likvidatsii pozharov i chrezvychaynykh situatsii, a takzhe provedeniia drugikh issledovani. *Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta KChS MVD*

- Respubliki Kazakhstan*, 4(20), 37–47. Kyiv: KTI MVD RK. [in Russian].
- Pasnak, I. V., Hrytsiuk, S. A., & Hrytsai, D. V. (2017). Perspektyvni avtomatychni systemy zbyrannia danykh u tsaryni dorozhnoho rukhu. *Problemy z transportnymy potokamy i napriamy yikh rozv'iazannia. Tezy dopovidei II Vseukrainska naukovo-teoretychna konferentsiia, 1618 bereznia 2017 roku*, (pp. 22–23). Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki. [in Ukrainian].
- Pasnak, I. (2017). Justification possibility of using drones to study the parameters of traffic. *Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects: thesis, 3-12 May 2017, Dresden (Germany) – Paris (France)* (pp. 156–158). Severodonetsk: Volodymyr Dahl East Ukrainian National University.
- Pasnak, I., Prydatko, O., & Gavrilyk, A. (2016). Development of algorithms for efficient management of fire rescue units. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 3/3(81), 22–28. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.71604>
- Pasnak, I. V. (2017). Zastosuvannia kvadrokopteriv dlia doslidzhennia parametriv dorozhnoho rukhu: *Problemy z transportnymy potokamy i napriamy yikh rozv'iazannia. Tezy dopovidei Vseukrainskoi naukovo-teoretychna konferentsiia*, (pp. 15–17). Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki. [in Ukrainian].
- Pasnak, I. V., & Fursenko, O. M. (2014). Optymizatsiia marshrutu rukhu spetsialnykh transportnykh zasobiv iz urakhuvanniam parametriv vulychno-dorozhnoi merezhi. *Visnyk LDU BZhD*, 10, 7–14. Lviv: LDU BZhD. [in Ukrainian].
- Sutheerakul, C., Kronprasert, N., Kaewmoracharoen, M., & Pichayapan, P. (2017). Application of Unmanned Aerial Vehicles to Pedestrian Traffic Monitoring and Management for Shopping Streets. *Transportation Research Procedia*, 25(3), 1717–1734. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.131>
- Wang, L., Chen, F., & Yin, H. (2016). Detecting and tracking vehicles in traffic by unmanned aerial vehicles. *Automation in Construction*, 72(3), 294–308. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.008>

И. В. Паснак, С. А. Грицюк, Д. В. Грицай

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, г. Львов, Украина

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Рассмотрена проблематика оптимизации процесса проведения исследований параметров транспортных и пешеходных потоков. На основании анализа современного состояния проблемы обоснована необходимость разработки нового способа исследования параметров дорожного движения для повышения эффективности транспортных исследований. Выяснено, что беспилотные летательные аппараты могут быть эффективным инструментом для наблюдения и картографирования территорий, что может быть использовано при проведении транспортных исследований. Установлено, что применение беспилотных летательных аппаратов в области транспортных исследований позволит существенно облегчить работу исследователей и повысить эффективность их работы, а полученный таким образом видеоматериал станет полезным также во время учебного процесса для повышения качества подготовки будущих специалистов. Разработан способ исследования параметров дорожного движения, в котором применение беспилотного летательного аппарата (дрона, квадрокоптера, мультикоптера и т. п.) с видеосъемкой позволяет проводить исследования параметров дорожного движения в разных местах улично-дорожной сети путем полета и зависанием над необходимыми участками улично-дорожной сети с получением видеозаписи дорожного движения. Для реализации предложенного способа с применением беспилотного летательного аппарата предложен алгоритм проведения исследований параметров транспортных и пешеходных потоков. Обоснованы рациональные параметры беспилотных летательных аппаратов для проведения транспортных исследований. Описаны возможные варианты проведения исследований с использованием разработанного способа исследования параметров дорожного движения. В дальнейшем целесообразно продолжать исследования в очерченной проблематике, поскольку применение современных технологий в области транспортных исследований, бесспорно, позволит повысить эффективность их проведения.

Ключевые слова: повышение эффективности; транспортный поток; пешеходный поток; беспилотный летательный аппарат; алгоритм исследований; улично-дорожная сеть.

I. V. Pasnak, S. A. Hrytsiuk, D. V. Hrytsai

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

THE METHOD OF STUDYING TRAFFIC PARAMETERS

One of the most important tasks of transport research is to create preconditions (by getting initial data) for planning, designing and optimization in the system "Road conditions– traffic flows". The purpose of the work is to increase the efficiency of studying traffic parameters and pedestrian flows by developing a new method of studying traffic parameters. The problem of optimization of the process of conducting studies traffic parameters and pedestrian flows is considered in the paper. The basis of the analysis of the current state of the problem is the necessity to develop a new way of studying the parameters of traffic for increasing the efficiency of transport research. The authors have found that unmanned aerial vehicles can be an effective tool for monitoring and mapping territories that can be used during transport research. We have also defined that the use of unmanned aerial vehicles in the field of transport research will enable substantial facilitating the work of researchers and increasing the efficiency of their work, and the resulting video material will also be useful during the educational process to improve the quality of training future specialists. The authors have developed the method of traffic parameters in which the use of an unmanned aerial vehicle such as dron, quadcopter, multicopter, etc. with a video camera allows to study the parameters of traffic in different places of the street-road network by flight and hovering over the necessary sections of the street-road network with reception video recording of the road. In order to implement the proposed method with the use of an unmanned aerial vehicle, an algorithm for carrying out research on the parameters of transport and pedestrian flows is proposed. The rational parameters of unmanned aerial vehicles for carrying out transport investigations are substantiated. We have described possible options for conducting research using the developed method of studying traffic parameters, in particular: for studying the intensity and composition of traffic on the main-street network of the city; study of velocities and traffic delays at crossroads and separate sections of the street-road network; study of pedestrian flow parameters; obtaining initial data to optimize the route of follow-up of special vehicles, etc. In the future it is expedient to continue the research in the outlined issues, since the use of modern technologies in the field of transport research will undoubtedly improve the efficiency of their implementation.

Keywords: increase of efficiency; traffic flow; pedestrian flow; unmanned aerial vehicle; research algorithm; street-road network.